

Очевидный слой коррозии на поверхности металла обусловлен наличием  $H_2S$  в синтетическом газе. Толщина слоя коррозии уменьшается по длине трубки ГО, так как температура синтез газа снижается. Наряду с коррозионным слоем, на поверхности трубок также присутствует слой смеси  $Ni_3S_2$  и  $V_2O_3$  с последующим слоем  $V_2O_3$ .

Коррозия и отложения на поверхности трубок ГО являются серьезными проблемами, которые требуют решения. Поэтому необходимо продолжать исследования в этой области.

*Исследование выполнено в Уральском федеральном университете за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-19-00524).*

#### Список использованных источников

1. Гибридные ПГУ на твердом топливе / Т.Ф. Богатова, А.Ф. Рыжков, Н.В. Вальцев, П.В. Осипов, С.И. Гордеев // Энергетик. 2014. № 12. С. 12-16.
2. Convective heat transfer characteristics of high-pressure gas in heat exchanger with membrane helical coils and membrane serpentine tubes / Z. Yang, Z. Zhao, Y. Liu, Y. Chang, Z. Cao // Experimental Thermal and Fluid Science. 2011. № 35. P. 1427–1434.
3. Cooler Systems for Gasification Plants 07/2015, SCHMIDTSCHESCHACK.
4. Analysis of syngas cooler fouling from asphaltene gasification / Mehdi Alipour, Vinoj Kurian, Satarupa Dhir, Rajender Gupta // Fuel Processing Technology. 2016. № 152. P. 7–14
5. Investigation of corrosion and fouling in syngas cooler tubes / Ben Wang, Vinoj Kurian, Nirlipt Mahapatra, Frans Martens, Rajender Gupta // Fuel Processing Technology 2016. № 141. P. 202–209.

УДК 504.75

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

## ENVIRONMENTAL ENERGY EFFICIENCY

Михайлова Т. Л., Ануфриев В. П.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, barinova.mpo@bk.ru

Mikhailova T. L., Anufriev V. P.  
Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** Представлен расчет выбросов оксидов азота котельной установкой, находящейся в г. Алапаевске Свердловской области.

**Abstract:** Nitrogen oxide emissions calculation boiler installation in Sverdlovsk region Alapaevsk city is shown.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность; благосостояние жителей; выбросы оксидов азота.

**Key words:** environmental safety; the welfare of the residents; emissions of nitrogen oxides.

Устойчивое развитие экономики Российской Федерации тесно связывается с концепцией «зеленой» экономики, которая в свою очередь обуславливает приоритетность оценки энергетической эффективности и экологической безопасности [1]. Направление качественного развития благосостояния жителей страны напрямую связано с бережным отношением к окружающей среде и оптимизацией потребления природных ресурсов.

Вместе с тем, учитывая климатические особенности Российской Федерации, малая энергетика играет важнейшую роль в благосостоянии жителей страны и является одним из наиболее интенсивных источников загрязнения окружающей среды. Поэтому, вышеуказанные обстоятельства влекут за собой необходимость расчета выбросов оксидов азота котельными установками и разработки мероприятий по их снижению в случае превышения норм, в том числе – за счет повышения энергетической эффективности.

Авторами для решения данных вопросов были приняты параметры, которые представлены в таблице.

Исходные данные для расчета

Данные	Параметры	Коэффициенты
г. Алапаевск, ул. Колногорова 111А. Котельная № 7. Уголь: Печорский бассейн (каменный уголь). Топка: с неподвижной решеткой и ручным забросом топлива. Водогрейный котел.	Рециркуляции дымовых газов нет. Модель котла: КВСРд-1,0	$Q_r = 17,54 \text{ МДж/нм}^3$ ; $B_p = 366,25 \text{ т/год}$ ; $\beta = 0$ ; $q_3 = 2 \%$ ; $q_4 = 8 \%$ ; $\alpha = 1,4$ ;

Суммарное количество оксидов азота  $\text{NO}_x$ , т/год, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами при сжигании твердого топлива [2], рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{NO}_x} = B_p Q_i^r K_{\text{NO}_x}^T \beta_r k_{II} = 336,95 * 17,54 * 0,0303 * 10^{-3} = 0,179 \quad (1)$$

Расчетный расход топлива  $B_p$ , т/год, определяется по соотношению:

$$B_p = \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot B = \left(1 - \frac{8}{100}\right) \cdot 366,25 = 336,95 \quad (2)$$

Величина  $K_{NO_2}^T$  рассчитывается по формуле:

$$\begin{aligned} K_{NOx}^T &= 0,35 \cdot 10^{-3} \alpha_T \left(1 + 5,46 \frac{100 - R_6}{100}\right) \sqrt[4]{Q_i^r q_r} = \\ &= 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 1,4 \cdot \left(1 + 5,46 \frac{100 - 1}{100}\right) \cdot \sqrt[4]{17,54 \cdot 492,51} = 0,0303, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $R_6$  – характеристика гранулометрического состава угля – остаток на сите с размером ячеек 6 мм, %; принимается при расчете равным 1 %;

Величина  $q_r$  определяется по формуле, МВт/м<sup>2</sup>:

$$q_r = \frac{Q_k}{F} = \frac{336,95 \cdot 17,54}{12} = 492,5 \quad (4)$$

$\beta_r$  – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов:

$$\beta_r = 1 - 0,075 \sqrt{r}, \quad (5)$$

$r$  – степень рециркуляции дымовых газов, принимается при расчете равной 0 %;  $k_n$  – коэффициент пересчета; при определении выбросов в граммах в секунду (г/с)  $k_n=1$ ; при определении выбросов в тоннах в год (т/год)  $k_n=10^{-3}$ .

Суммарные выбросы оксидов азота (т/год) разделяются на составляющие по формуле:

$$M_{NO_2} = 0,8 \cdot 0,179 = 0,143; M_{NO} = 0,13 \cdot 0,179 = 0,023 \quad (6)$$

Приведенные расчеты свидетельствуют, что котельные установки негативно влияют на окружающую среду, поэтому очень важно осуществлять технологическое переоснащение устаревающих котлоагрегатов и повышать их энергетическую эффективность. Например, перевод котлоагрегатов котельной установки на природный газ и реализации комплекса мероприятий, направленных на повышение экологической и энергетической эффективности, позволит уменьшить суммарные выбросы и исключить содержание в воздушном бассейне золы, сажи, пыли, сернистого ангидрида, а также снизит содержание оксидов азота. Таким образом, практическое осуществление энергоэффективной

модернизации котельных установок, будет способствовать уменьшению выбросов токсичных газов в атмосферу.

#### Список использованных источников

1. Ануфриев В. П., Галенович А. Ю., Кулигин А. П., Стародубец Н. В. Региональная стратегия низкоуглеродного развития на примере Свердловской области: монография. Екатеринбург : УрФУ, 2012. 135 с.
2. Регулирование выбросов парниковых газов как фактор повышения конкурентоспособности России / А. А. Аверченков, А. Ю. Галенович, Г. В. Сафонов, Ю. Н. Федоров. М. : НОПППУ. 2013. 88 с.

УДК 620.92

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ КРЫМА

## ALTERNATIVE ENERGY SOURCES OF THE CRIMEA

Могила О. В., Антонова Е. О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, elena\_anton61@mail.ru

Mogila O. V., Antonova E. O.

Tyumen Industrial University, Tyumen

**Аннотация:** Рассматриваются виды ресурсов Крыма.

**Abstract:** Types of resources of the Crimea are considered.

**Ключевые слова:** альтернативная энергетика; биоресурсы; ветроресурсы.

**Key words:** alternative power engineering; bioresources; resources of wind.

Крымский федеральный округ и Севастополь - территории, которые имеют большое геополитическое и военностратегическое значение для России. В настоящее время актуальной задачей является интенсивное развитие экономики этих территорий. Для успешного решения этой задачи необходимо снабдить пресной водой все секторы экономики полуострова требуемыми объемами. Необходимо обеспечить энергией все отрасли хозяйства и весь комплекс в Крыму.

Одним из эффективных средств интенсификации и модернизации экономики этого региона является максимальное использование альтернативной энергетики и развитие возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой и биоэнергетики), потенциал которых на Крымском полуострове велик.